

SÉRIE A, N° 1427

N° d'ORDRE :

2291

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE

DOCTEUR ÈS SCIENCES PHYSIQUES

PAR

CHANG Tsung-Li

Licencié ès Sciences

Ingénieur Diplômé de l'Ecole Supérieure d'Optique

1^{re} THÈSE. — DIFFUSION DE LA LUMIÈRE SOUS L'INFLUENCE
NORMALE PAR LES SURFACES DE VERRE POLIES.

2^e THÈSE — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenue à Paris, le 10 Juillet 1933, devant la Commission d'Examen

Président : M. Ch. FABRY, Professeur

Examineurs : MM. DUNOYER, Professeur
CHRÉTIEN, Professeur

LIBRAIRIE L. RODSTEIN
17, RUE CUJAS, PARIS (5^e)

1933



Digitized by the Internet Archive
in 2026

SÉRIE A, N° 1427

N° D'ORDRE :

2291

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE

DOCTEUR ÈS SCIENCES PHYSIQUES

PAR

CHANG Tsung-Li

Licencié ès Sciences

Ingénieur Diplômé de l'Ecole Supérieure d'Optique

1^{re} THÈSE. — DIFFUSION DE LA LUMIÈRE SOUS L'INCIDENCE
NORMALE PAR LES SURFACES DE VERRE POLIES.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenue à Paris, le 10 Juillet 1933, devant la Commission d'Examen

Président : M. Ch. FABRY, Professeur

Examineurs : MM. DUNOYER, Professeur
CHRÉTIEN, Professeur

LIBRAIRIE L. RODSTEIN
17, RUE CUJAS, PARIS (5^e)

1933

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

MM.

Doyen C. MAURAIN, *Professeur, Physique du globe.*

Doyen honoraire. . . M. MOLLIARD.

Professeurs honoraires

H. LE CHATELIER.
H. LEBESGUE.
A. FERNBACH.
A. LEDUC.
Emile PICARD.
RÉMY-PERRIER.
LÉON BRILLOUIN.
A. DEREIMS.

E. GOURSAT Analyse supérieure et algèbre supérieure.
P. JANET Electrotechnique générale.
F. WALLERANT Minéralogie.
P. PAINLEVÉ Mécanique analytique et mécanique céleste.
M. CAULLERY Zoologie (Evolution des êtres organisés).
Emile BOREL Calcul des probabilités et Physique mathém.
H. ABRAHAM Physique.
M. MOLLIARD Physiologie végétale.
E. CARTAN Géométrie supérieure.
Gabriel BERTRAND Chimie biologique.
Jean PERRIN Chimie physique.
L. LAPICQUE Physiologie générale.
M^{me} P. CURIE Physique générale et radioactivité.
G. URBAIN Chimie générale.
L. MARCHIS Aviation.
E. VESSIOT Théorie des fonctions et théorie des trans-

formations.

Professeurs

A. COTTON Physique générale.
J. DRACH Application de l'analyse à la géométrie.
Charles FABRY Physique.
R. LESPIEAU Théories chimiques.
P. PORTIER Physiologie comparée.
Charles PÉREZ Zoologie.
E. BLAISE Chimie organique.
P.-A. DANGEARD Botanique.
Léon BERTRAND Géologie structurale et géologie appliquée.
E. RABAUD Biologie expérimentale.
G. JULIA Calcul différentiel et calcul intégral
Paul MONTEL Mécanique rationnelle.
V. AUGER Chimie appliquée.
P. WINTREBERT Anatomie et histologie comparées.
O. DUBOSCQ Biologie maritime.
Eugène BLOCH Physique théorique et physique céleste.
L. LUTAUD Géographie physique et géologie dynamique.
Henri VILLAT Mécanique des fluides et applications.
Ch. JACOB Géologie.
P. PASCAL Chimie minérale.
E. ESCLANGON Astronomie.
H. BÉNARD Mécanique expérimentale des fluides.
MAUGUIN Minéralogie.
L. BLARINGHEM Botanique.
A. GUILLIERMOND Botanique (P. C. N.).
A. DENJOY Mathématiques générales.
A. DUFOUR Physique (P. C. N.).
DE BROGLIE Théories physiques.



E. PÉCHARD Chimie (Enseigt P.C.N.).
A. GUILLET Physique.
M. GUICHARD Chimie minérale.
A. MICHEL-LÉVY Pétrographie.
H. MOUTON Chimie physique.
L. DUNoyer Optique appliquée.
M. JAVILLIER Chimie biologique.
ROBERT-LÉVY Zoologie.
A. DEBIERNE Radioactivité.
E. DARMOIS Physique.
G. BRUHAT Physique.
F. PICARD Zoologie (Evolution des
êtres organisés).
L. JOLEAUD Paléontologie.
M. FRÉCHET Calcul des Probabilités et
Physiques mathématiques.
M^{me} RAMART-LUCAS Chimie organique.

FOCH Mécanique expérimentale
des fluides.
PAUTHENIER Physique (P.C.N.).
VILLEY Mécanique physique et
expérimentale.
LABROUSTE Physique du Globe.
FREUNDLER Chimie (P.C.N.).
PRENANT Zoologie.
P. JOB Chimie générale.
CHRÉTIEN Optique appliquée.
BOHN Zoologie (P.C.N.).
COMBES Scienc.Naturelles (P.C.N.).
GARNIER Mécanique rationnelle.
PÉRES Mécanique des fluides.
LAUGIER Physiologie Générale.
TOUSSAINT Technique Aéronautique.
HACKSPILL Chimie, P. C. N.

Secrétaire : A. PACAUD. — Secrétaire honoraire : D. TOMBECK

DIFFUSION DE LA LUMIÈRE
SOUS L'INCIDENCE NORMALE
PAR LES SURFACES DE VERRE POLIES

A MES PARENTS

Affection respectueuse

A MON MAITRE

M. CHARLES FABRY

Membre de l'Institut
Directeur Général de l'Institut d'Optique
Professeur à la Sorbonne et à l'Ecole Polytechnique

*Hommage respectueux et profonde
reconnaissance*

A MES PROFESSEURS
DE LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

A MES PROFESSEURS
DE L'INSTITUT D'OPTIQUE

A MES PROFESSEURS
DE L'UNIVERSITÉ SUD-EST A NANKIN

Hommage respectueux

INTRODUCTION

Quand une surface de verre polie reçoit un faisceau de lumière, on admet généralement que tout ce qui n'est pas réfléchi est transmis. Or, une surface même rigoureusement polie, diffuse toujours plus ou moins de lumière suivant des lois plus ou moins déterminées. La question est très importante tant au point de vue de la clarté de l'instrument qu'au point de vue de la netteté de l'image.

Lorsqu'un ouvrier opticien polit une surface, il prend une sorte de poudre à polir arbitrairement choisie, et après un certain temps de travail il examine la surface à la loupe ; s'il n'y voit plus les petits points gris du doucissage il dit alors que la surface est polie. Quand il s'agit de surfaces délicates comme celles des instruments astronomiques, il prolonge le travail encore pendant un certain temps, suivant sa fantaisie, et il déclare que la surface est parfaitement polie, sans qu'on puisse distinguer une surface parfaitement polie d'une surface de poli courant.

Sur ce sujet, M. Urbanek (1) et M. de Gramont (2)

(1) Thèse. Rev. d'Opt. Tome 9, N° 6-7, p. 241, juillet 1930.

(2) Rev. d'Opt. Tome 10, N° 3, p. 105, mars 1931.

ont fait des travaux très intéressants. Le premier a fait une étude approfondie sur la diffusion par réflexion sous l'incidence oblique et le dernier a fait une étude sur la diffusion de la face hypoténuse du prisme à réflexion totale.

Le but du présent travail est d'étudier la question sous l'incidence normale ; et nous tâcherons de trouver une définition concrète du polissage sans toutefois émettre la prétention d'épuiser la question qui est très complexe. On peut réaliser l'expérience de deux manières : par le procédé de photométrie visuelle ou par le procédé de photométrie photographique. Ces deux procédés ont chacun leurs avantages et leurs inconvénients. Nous avons d'abord choisi le procédé de photométrie visuelle lequel nous permet de mesurer directement la brillance de la surface à étudier et en même temps de se rendre mieux compte de ce qu'on fait. Et puis, nous avons pensé pouvoir l'utiliser pour le contrôle courant du polissage des surfaces de verres. Malheureusement la précision est trop petite à cause de la faible intensité de la lumière diffusée et de la présence de différentes sources de lumières parasites. Pour des raisons que nous allons exposer dans la suite, le montage est très encombrant, nous sommes obligés d'étudier la diffusion par transmission et la diffusion par réflexion séparément. Nous avons d'abord étudié la diffusion par transmission avec le procédé de photométrie visuelle. Pour étudier la diffusion par réflexion, nous avons abandonné la photométrie visuelle pour la photo-

métrie photographique qui nous permet d'étudier, à la fois, la diffusion par transmission et la diffusion par réflexion. Ainsi, nous avons pour la diffusion par transmission des résultats qui proviennent des deux procédés, et qui s'accordent, d'ailleurs, très bien.

Pour la clarté de l'exposé, nous traiterons la réalisation des expériences, les descriptions d'appareils et leurs montages, la marche des expériences de deux procédés chacun dans un chapitre séparé et nous grouperons les résultats dans un autre chapitre.

Ce travail a été fait aux laboratoires de l'Institut d'Optique sous la Direction de M. Charles Fabry.. Qu'il nous soit permis de lui témoigner ici notre vive et respectueuse gratitude pour les conseils et les encouragements qu'il nous a sans cesse prodigués pendant le cours de ces expériences. Nos remerciements s'adressent également à tout le personnel de l'Institut d'Optique, particulièrement à M. Arnulf qui nous a fourni beaucoup d'aide et des suggestions précieuses.

CHAPITRE PREMIER

MÉTHODE VISUELLE

Réalisation de l'Expérience

Il est évident qu'il faut éclairer uniformément et puissamment l'échantillon. Pour cela il nous faut une source de lumière ponctuelle et puissante. Nous avons à notre disposition deux sortes de sources ponctuelles pratiques : la lampe ponctuelle de tungstène et l'arc à charbon. Il est facile à voir que l'arc à tungstène gagne sur l'arc à charbon par sa stabilité, mais son intensité est trop faible quoique son intensité intrinsèque soit assez grande. Nous prenons donc le classique arc à charbon avec mouvement d'horlogerie de Leitz lequel une fois réglé peut marcher pendant deux heures sans qu'on ait besoin d'y toucher, ce qui est très intéressant pour nous. En effet, pour qu'on puisse faire des mesures, il faut que l'œil soit bien habitué à une obscurité presque complète. En plus de cela cet arc par sa faible di-

mension de caractère donne une source assez petite et assez stable comme position.

Si la position du cratère de l'arc à charbon avec mouvement d'horlogerie est assez fixe, son intensité varie cependant assez fréquemment. Pour que les expériences soient faites toujours dans les mêmes conditions, il nous faut donc une source de référence variant avec la source de lumière, et d'une intensité voisine de l'intensité à mesurer. Pour cela nous interposons une lame de verre mince et bien polie sur le faisceau faisant 50 grades environ avec le faisceau et assez éloignée de l'échantillon pour que sa diffusion ne porte pas erreur sur les mesures, nous faisons ainsi dévier une petite partie de la lumière incidente et après une autre réflexion sur une surface de verre polie, (dont l'autre face a été noircie avec de la térébenthine de Venise mélangée à du noir de fumée) on la projette sur une brique de plâtre qui nous servira de source de référence que nous étalonnerons chaque fois.

Comment éclairer l'échantillon avec l'arc ? Nos essais nous montrent qu'avec un condensateur de projection (la source n'étant pas ponctuelle) nous ne pouvons obtenir un éclairement uniforme dans un plan perpendiculaire au faisceau ; la partie centrale est toujours plus éclairée, et comme nous ne pouvons pas employer un diaphragme auprès de l'échantillon (il diffusera trop), il nous est impossible d'avoir un éclairement uniforme de l'échantillon. Si nous projetons l'image de l'arc sur un trou ou la

fente d'un collimateur, nous perdrons en lumière. Après plusieurs tâtonnements, nous adoptons le dispositif suivant : une série d'écrans ayant chacun un trou de même dimension au centre, est placée sur une droite qui joint la source et le centre de l'échantillon ; avec la grande distance (4 mètres) nous obtenons une lumière incidente pratiquement parallèle et uniforme.

Comme le phénomène que l'on veut mesurer est très petit, il faut éliminer toutes les lumières parasites avec un grand soin. Pour éliminer les lumières non utilisées de la lampe, la question est facile, on met celle-ci dans une grande caisse, on constitue ainsi une lanterne qui ne laisse sortir la lumière que par l'ouverture pratiquée devant où l'on place le premier écran avec trou.

Pour éliminer l'effet de diffraction des bords des trous des écrans cités précédemment et la diffusion de la lame à 50 grades, nous plaçons une autre série de trois écrans avec des trous plus grands qui laissent passer le faisceau mais très librement, c'est-à-dire de façon à ce que la lumière ne touche pas leurs bords. Toutes les lumières parasites provenant des bords des trous sont ainsi éliminées.

Pour éliminer la lumière réfléchiée par les surfaces de l'échantillon, deux autres écrans sont placés devant l'échantillon, ils sont pourvus de trous plus grands que les précédents pour laisser passer le faisceau réfléchi qui est un peu plus large que le faisceau incident. Tous ces écrans sont faits en carton

noir avec les bords des trous en velours noir. Ils sont placés dans un grand tube tapissé intérieurement de papier noir pour éviter les lumières qui, sans cela, éclaireraient la pièce. Enfin, un dernier écran placé contre la première face de l'échantillon, achève d'éliminer toutes les lumières parasites provenant des endroits situés devant l'échantillon.

Si les lumières parasites qui proviennent des différentes sources situées devant l'échantillon sont faciles à éliminer par des écrans appropriés, en revanche les lumières parasites provenant des endroits situés derrière l'échantillon sont très difficiles à éliminer. Pour absorber la lumière qui traverse l'échantillon par transmission directe, nous la faisons pénétrer dans une sorte de corps noir fait d'une grande caisse très profonde avec un trou pratiqué devant, laissant passer la lumière sans toucher ses bords. Pour que ce corps noir ne gêne pas l'observation à faire au voisinage du faisceau, nous le plaçons à deux mètres de l'échantillon de façon à pouvoir observer le phénomène au voisinage du rayon régulier.

Il ne nous reste plus qu'une source de lumière parasite qui est d'ailleurs la plus importante, c'est celle due à la diffusion des poussières en suspension dans l'air. La lumière diffusée par ces poussières est presque aussi importante que celle diffusée par les surfaces de verre polies et surtout avec une dimension apparente plus grande. L'élimination totale de la poussière est très difficile. Il est évident que le

moyen le plus radical est de mettre l'échantillon ainsi que les autres accessoires dans une caisse fermée hermétiquement et de faire le vide chaque fois ou de souffler avec de l'air comprimé filtré pour remplacer l'air poussiéreux par un air pur. Mais vu la grande dimension dont on a besoin c'est pratiquement impossible. Il y a aussi le moyen qui consiste à mouiller le parquet et à changer de vêtements avant d'entrer dans la pièce, pour diminuer la teneur de poussière de l'air dans la pièce, mais c'est malsain et impraticable. Il y a aussi le moyen qui consiste à renfermer toutes les pièces dans une grande caisse fermée dont les parois intérieures sont graissées, la quantité de poussière peut diminuer de beaucoup en se collant aux parois mais il faut un temps extrêmement long, de dix à quinze jours environ et même plus. Finalement nous avons utilisé la propriété curieuse du grillage de fer sans charge électrique, il attire les poussières et n'a pas l'inconvénient du grillage de fer avec charge de repousser les poussières de même signe que lui. Combiné avec le dispositif de caisse fermée à parois graissées, une grande partie des poussières sont éliminées assez rapidement. Le grillage et les parois graissées réfléchissent bien un peu de lumière mais nous ne pouvons faire mieux.

Dispositif et montage de l'expérience

Pour pouvoir mesurer la diffusion d'une surface de verre au voisinage du faisceau régulièrement transmis, il faut que le poste d'observation soit bien éloigné de l'échantillon. Après plusieurs essais nous avons construit une grande caisse roulante en secteur de cercle, de 50 cm. de hauteur et de 2 mètres de rayon, comprenant des cadres rayonnants solidaires l'un de l'autre ayant chacun à leur extrémité, un trou de 5 cm. Cette extrémité est montée sur une roulette roulant sur un rail circulaire avec l'axe de l'échantillon comme centre, tandis que l'autre extrémité du cadre qui est ouverte, est assujettie à deux pivots, autour desquels le cadre tourne. Ces deux pivots sont placés l'un au-dessus de l'échantillon, l'autre au-dessous. La caisse est couverte en haut et en bas de toile métallique et recouverte entièrement de cartons noirs, graissés avec un mélange d'huile de machine et de vaseline ; ces cartons sont séparés du grillage par l'épaisseur du cadre (2 cm.). Pour permettre à la caisse de tourner, elle est reliée au support du corps noir et à la cage où se trouve le porte-échantillon, par un dispositif de pliage d'éventail et d'accordéon. Tout l'ensemble du montage y compris

le tube porte-écrans, et la cage à échantillon jusqu'au corps noir, est recouvert entièrement de cartons noirs graissés et portant des trous où sont fixés des tubes de ventilation avec du coton pour permettre à l'air d'entrer et de sortir filtré lorsque l'éventail s'ouvre ou se ferme. Plusieurs fenêtres sont pratiquées sur le tube porte-écrans et la cage à échantillons, elles sont fermées par des glaces et un volet en carton noir pour permettre de faire les réglages.

Enfin, pour améliorer les erreurs produites par les lumières parasites non éliminées, on fixe des tubes noircis intérieurement et extérieurement de 30 cm. de longueur et de 5 cm. de diamètre dans chaque trou des cadres. Ces tubes nous permettent de viser le centre de la caisse, où se trouve l'échantillon. L'extrémité des tubes, et le premier écran qui communique avec l'extérieur sont fermés par des glaces pour assurer l'étanchéité et aussi pour permettre de faire des observations.

Pour éviter d'ouvrir chaque fois la cage à échantillons et pour que plusieurs échantillons puissent être observés et comparés exactement dans les mêmes conditions, nous avons réalisé un revolver porte-échantillon du type monte-charge avec une tige de commande télescopique passant à travers la porte de la cage à échantillons sans compromettre l'étanchéité de l'ensemble. Ce dispositif nous permet de mettre en place un échantillon sans avoir besoin d'ouvrir la porte ce qui changerait la teneur en poussières (fig. 1). Ainsi nous pouvons observer et compa-

rer deux échantillons et la brique de plâtre de référence.

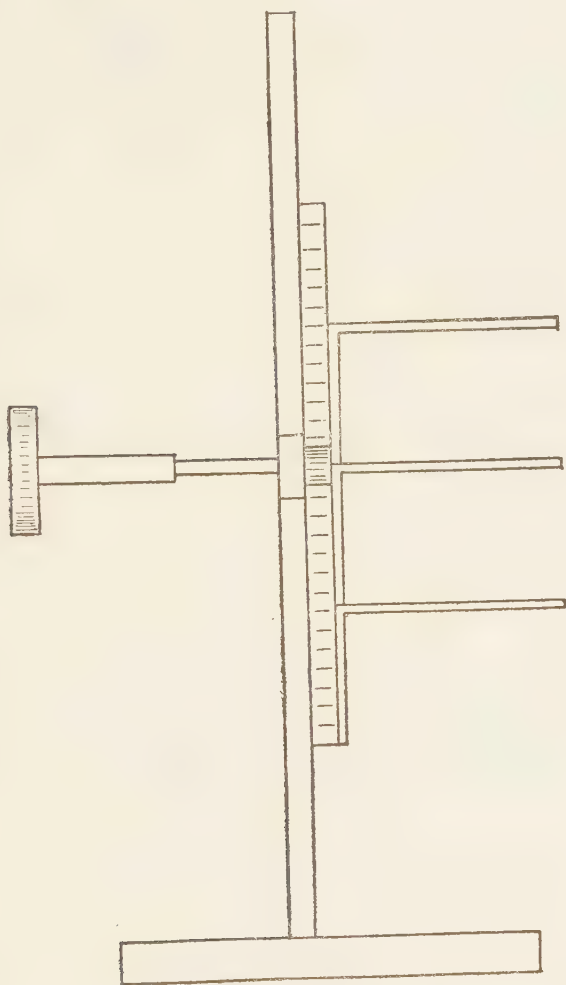


FIG. 1.

Pour nous permettre de faire l'observation sous tous les angles tout en suivant la source de référence

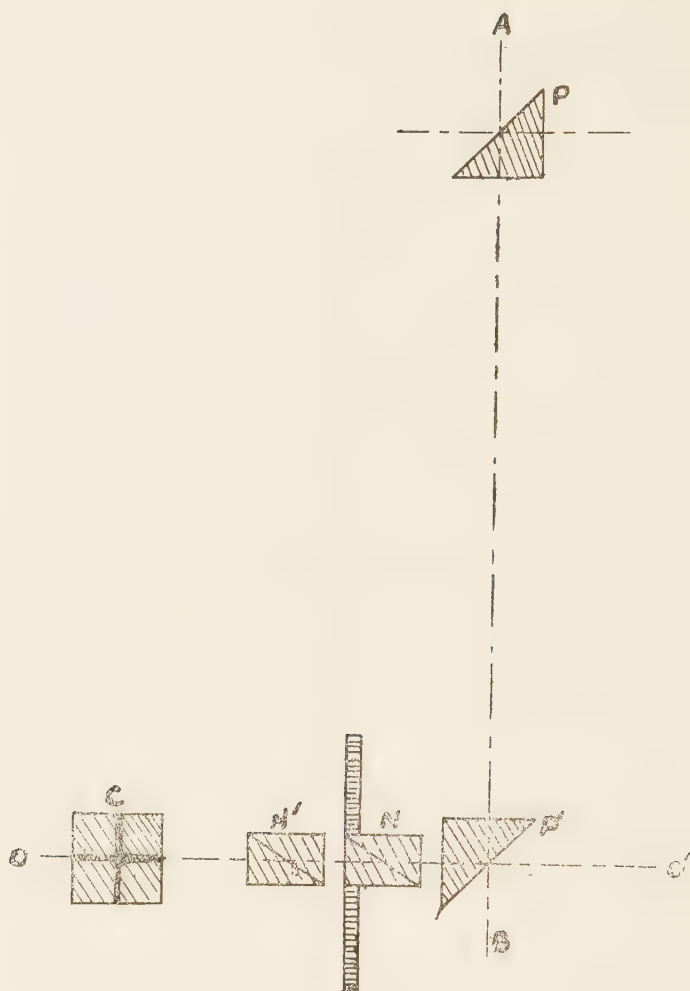
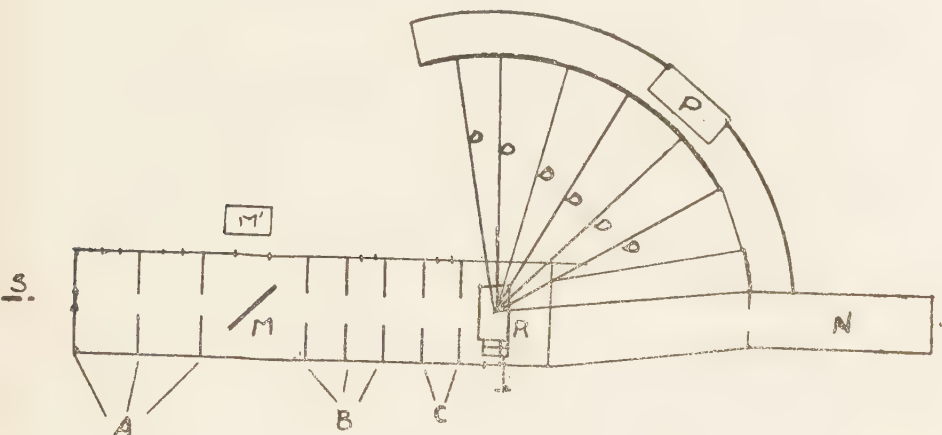


FIG. 2.

Coupe schématique du photomètre.

placée au-dessus du tube porte-écrans, par dessus la caisse roulante, nous avons réalisé et construit un photomètre périscopique représenté schématique-

ment dans la fig. 2, P et P' sont deux prismes à réflexion totale avec la face hypoténuse argentée : P' est fixe, P peut tourner autour de l'axe AB qui est vertical ; N et N' sont deux prismes de Glazebrook, N' est fixe tandis que N tourne autour de l'axe O O'



S : la source ; A : les écrans pour limiter le faisceau ;
M : lame à 50 g. ; M' : une autre lame ; B : écrans pour éliminer l'effet de diffraction ; C : écrans pour éliminer le rayon réfléchi ; R : le porte-échantillon ; D : cadres de la caisse roulante ; T : trous d'observation ; P : le chariot du photomètre ; N : le corps noir.

FIG. 3.

Dessin schématique de l'ensemble du montage

qui est horizontal ; C est un cube de Lummer avec une croix transparente pour faciliter le repérage de la plage sur la surface de l'échantillon. Devant C un porte-écrans en fourchette est placé, pour mettre des écrans neutres de densités connues, de façon à ame-

ner le rapport entre la brillance de l'échantillon et celle de la source de référence, à peu près à une même valeur, et cela pour améliorer les erreurs de lecture au photomètre. Un cercle gradué est solidaire de N, pour lire l'angle entre le plan de polarisation de N et celui de N'. Le tout est monté sur un chariot qui roule sur un rail concentrique et extérieur à celui sur lequel roule la caisse.

Une division en grades est peinte sur le rail du photomètre pour mesurer l'angle de diffusion pour chaque observation.

Fig. 3 représente sthématiquement l'ensemble du montage.

Marche de l'Expérience

Echantillons : Nous avons examiné plusieurs sortes de verre notamment : Flint ordinaire, Flint dense, Borosilicate Crown, Crown Baryum et Glace ordinaire. Les échantillons sont taillés en lames à faces parallèles de dimension 40×40 mm. et de 4 mm. d'épaisseur. Quelques morceaux de glace ordinaire dont nous nous étions servi pour nos essais préliminaires n'avaient qu'un millimètre d'épaisseur, mais leur surface était affreuse et leur poli très mal défini ; en effet, nous avons trouvé que tantôt les échantillons qualifiés de mieux polis diffusaient plus que les échantillons moins polis, tantôt moins, ce qui est contradictoire. Cela nous a amené à adopter l'épaisseur de 4 mm. qui est d'ailleurs l'épaisseur minimum dans la pratique. Evidemment, cela augmente la diffusion massive mais nous verrons dans la suite qu'elle ne nous gêne pas.

Ils ont tous une face polie à fond, au tripoli et l'autre face de poli différent soit par la durée de travail, soit par l'emploi de matières abrasives. Nous avons utilisé quatre sortes d'abrasifs à savoir : le peroxyde de fer dit : « rouge d'Angleterre », l'oxyde de fer provenant de l'oxalate ferreux, l'oxyde de cé-

rium dit « rose à polir », et l'oxyde d'étain dit « potée d'étain » ou simplement « potée ». Pour chaque abrasif et chaque sorte de verre on fait trois sortes de poli : (1) avec un peu de gris où le poli n'est pas encore réalisé : il reste des traces de doucissage, (2) poli courant où l'on arrête le travail juste au moment où l'on ne voit plus de trace de doucissage, (3) poli à fond où l'on prolonge le travail pendant la même durée qu'on a mis pour arriver au poli courant.

Essais préliminaires : Avant de commencer les mesures, nous avons à nous assurer que la diffusion massive ne nous gêne pas. Pour cela nous collons plusieurs morceaux ensemble avec très peu de térébenthine de Venise et nous trouvons que la diffusion n'a pratiquement pas changé. D'ailleurs, ceci peut se prévoir puisque si l'on fait traverser par un faisceau de lumière, un morceau de verre ayant ses surfaces polies à fond, on voit nettement la tache brillante sur les deux surfaces sans beaucoup de précautions, tandis que, pour apercevoir la trace lumineuse dans le verre, il faut qu'on soit dans une obscurité presque complète et que l'œil soit bien reposé.

Expériences : Les surfaces étant bien nettoyées, on met l'échantillon sur un des plateaux du porte-échantillons avec un écran, la face polie au tripoli à contre-jour. On règle sa perpendicularité au faisceau avec des cales en cire molle, en faisant passer le rayon réfléchi exactement au milieu des trous des deux derniers écrans. Une brique en plâtre à surface bien plane et mate est placée sur un autre plateau fai-

sant 50 grades avec le rayon incident. On réalise cela en mettant une lame à faces parallèles contre la surface et en faisant passer le rayon réfléchi par le trou d'observation de la caisse roulante, lequel est situé à 100 grades du rayon incident. Un autre échantillon est placé comme le premier sur le troisième plateau pour servir de comparaison.

Les échantillons étant en place on ferme la porte de la cage à échantillons pour ne l'ouvrir qu'une fois les mesures faites. On laisse reposer pendant 24 heures pour que la teneur en poussière dans la caisse se stabilise. La plupart des poussières, comme nous l'avons vu, sont attirées par les grillages de fils de fer, passent au travers et se collent sur les parois graissées, mais il reste toujours une petite partie en suspension. Nos essais montrent qu'au bout de 24 heures, la quantité de poussière restant en suspension est pour ainsi dire constante.

C'est alors seulement que l'on commence à faire des mesures.

L'arc étant réglé et mis en marche, on ferme la porte de la lanterne et on reste dans l'obscurité quasi absolue pendant une demi-heure pour bien reposer l'œil. On amène, au moyen du bouton de commande du porte-échantillons, chaque échantillon de verre et la brique de plâtre successivement en place sur la faisceau incident. On fait une série de mesures pour chacun d'eux. Pour cela, nous visons avec le photomètre la plage sur la surface à étudier dans chaque trou d'observation et pour chacune des positions de la

caisse roulante, tout en suivant le plâtre de référence avec le prisme supérieur.

Pour faire les mesures, on égalise les deux plages comme dans toute la photométrie visuelle. Pour les égaliser, nous intercalons d'abord des écrans neutres de densité connue sur le trajet de la plage la plus brillante pour avoir l'égalité approchée des deux plages (différence de 0,5 en densité au maximum) et nous achevons de les égaliser en agissant sur le prisme de Glazebrook mobile. De cette façon, toutes les mesures sont faites dans les mêmes conditions avec les mêmes erreurs absolues. .

Pour prendre les lectures, avant d'éclairer le cercle gradué et le rail gradué avec une lampe de poche, nous nous sommes munis de lunettes en verre fumé afin que la lumière de la lampe n'éblouisse pas les yeux bien habitués à des lumières extrêmement faibles, et pour permettre ensuite de refaire des mesures dans les mêmes conditions. Chaque mesure est la moyenne d'au moins vingt lectures. Nous avons ainsi à chaque angle de diffusion, la brillance de l'échantillon par rapport à celle du plâtre de comparaison.

Nous faisons la même série de mesures pendant trois jours de suite pour voir si les lectures de chaque jour s'accordent, ce qui, malheureusement, n'est pas toujours vérifié.

Cet écart des mesures que l'on fait à des jours différents est dû à notre avis à l'état latent des yeux qui se souviennent de l'éclairement qu'ils ont perçu

à l'extérieur et à l'état physique de l'observateur. Ainsi, nous avons remarqué que la faim, la nervosité ou la fatigue peuvent influencer d'une manière sensible sur les résultats des mesures.

Quand nous commençons une deuxième série de mesures, nous gardons l'échantillon de comparaison et ainsi de suite, de façon à ce que même si les conditions des expériences changent (teneur en poussières, état physique de l'observateur, etc...) nous puissions toujours les ramener aux mêmes conditions en faisant une petite correction sur l'une ou sur l'autre.

CHAPITRE II

MÉTHODE PHOTOGRAPHIQUE

Réalisation de l'expérience

Nous avons réalisé le procédé photographique exactement d'après le même principe que le procédé visuel. Comme on peut prolonger la durée de pose si l'éclairement est trop faible, l'éclairement de l'échantillon n'a pas une grande importance pourvu qu'il soit uniforme. Par contre, on a besoin d'une lumière rigoureusement parallèle, et d'un faisceau de lumière parfaitement défini et cylindrique à cause du montage et de la petite dimension des appareils.

Nous projetons l'image de l'arc sur un tout petit trou qui se trouve au foyer de l'objectif d'un collimateur. La lumière parallèle et dirigée traverse en sortant du collimateur, trois diaphragmes de plus en plus grands pour se projeter sur les surfaces de l'échantillon à mesurer. Elle continue sa course et va se perdre dans un corps noir tout comme dans le procédé visuel. Une lame de 50 grades est placée sur le trajet du rayon incident pour dévier une partie de

la lumière qui après une autre réflexion se projette sur le châssis de film-témoin qui remplace le plâtre de référence du procédé visuel. Enfin, comme on peut faire la soustraction sur l'enregistrement photographique, nous laissons les poussières en liberté, quitte à faire des poses supplémentaires.

Description de l'appareil — Montage

C'est dans cet ordre d'idées que nous avons réalisé et fait construire dans l'atelier mécanique de l'Institut d'Optique, l'appareil qui va nous servir pour l'étude photographique de la diffusion des surfaces polies. Les fig. 4 et 5 représentent l'appareil en plan et en profil.

Le disque A forme avec le trépied la base fixe de l'appareil, sur A est fixé un cylindre C de 35 cm. de diamètre et de 10 cm. de hauteur. Sur C, à 5 cm. au-dessus de A, sont fixés diamétralement opposés, deux tubes J et K de 3 cm. de diamètre intérieur. Dans J où le collimateur est emmanché, trois diaphragmes sont fixés : D de 10 mm. de diamètre est fixé à la distance de 24 cm. du cylindre C, E de 11 mm de diamètre, est fixé à égale distance entre D et F, et F de 12 mm de diamètre, est tangent au cylindre C. Devant le diaphragme D, dans le tube J, une lame à faces parallèles M est fixée, faisant un angle de 50 grades avec l'axe du tube, et tournant ses faces vers le haut. En face de M, un trou de 25 mm. est pratiqué sur le tube J où un tube de 10 cm. de longueur et de 30 mm. de diamètre, est fixé, son axe étant perpendiculaire à celui de J. A l'autre bout

de ce tube, une autre lame à faces parallèles M' dont la face supérieure est noircie avec de la térébenthine

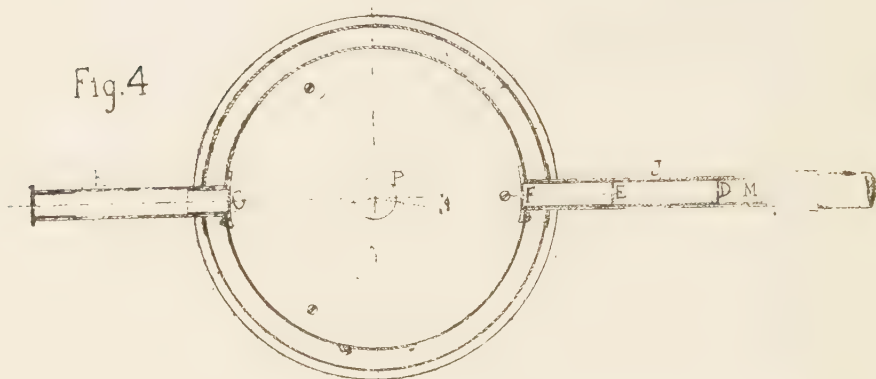
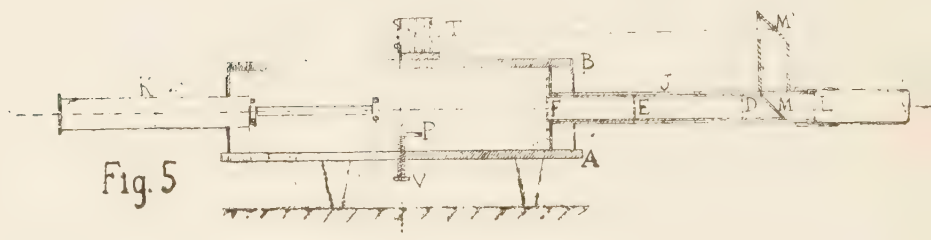


FIG. 4.

Vue en plan (disque B enlevé).



T : chassis du film-témoin ; V : tige filetée.

FIG. 5.

Coupe en profil

de Venise et du noir de fumée, est fixée, parallèlement à la lame M. En face de M' un trou de 25 mm. de diamètre est pratiqué sur le tube.

L'objectif du collimateur L dont l'axe se confond avec celui du tube J est placé devant M. Un petit trou de 0,5 mm. de diamètre est placé au foyer de L. A une extrémité du tube K, un diaphragme fixe, de 12 mm. de diamètre est tangent à la paroi intérieure du cylindre C, l'autre extrémité est bouchée par un bouchon en laiton pour permettre de vérifier le réglage au cours des expériences. Sur le cylindre C, on a percé deux fentes de 10 mm. de largeur et de 25 cm. de longueur, situées sur la même hauteur que les tubes J et K. Ces fentes sont toutes les deux du même côté de l'axe commun des tubes J et K, et symétriques par rapport à un diamètre du cylindre C perpendiculaire à cet axe. Elles servent d'ouverture à la pellicule qui a comme support le cylindre C. La distance angulaire entre le bord des fentes et l'axe des tubes J et K, est de 9 grades. De chaque côté de chaque fente, il y a une plaquette avec vis pour fixer les films.

L'échantillon à étudier est placé sur le plateau P que l'on peut faire, soit tourner autour de l'axe du cylindre C, soit monter et descendre au moyen d'une tige filetée passant par le centre du disque A et se terminant par un bouton de commande.

Le disque B, où le cylindre C' de 40 cm. de diamètre intérieur et de 10 cm. de hauteur, est fixé. forme le couvercle. Sur C' deux portes de 34 mm. de largeur sont pratiquées diamétralement opposées pour laisser passer les tubes J et K, quand on enlève ou remet le couvercle. Sur le disque B une rai-

nure est pratiquée pour loger le bord du cylindre C quand la caisse est fermée, et sur le disque A une autre pour C' de façon que la lumière ne puisse entrer par le joint. Une plaquette de laiton très mince est emmanchée sur chaque tube J et K, que l'on fixe sur le cylindre C' une fois le couvercle mis pour empêcher que la lumière entre par les portes pratiquées sur C'. Sur le disque B un repère est fait avec un morceau de verre collé sur B, de façon qu'on puisse facilement le retrouver dans l'obscurité, pour marquer la place du châssis du film-témoin. Un repère très apparent est fait sur C' ainsi que sur A pour permettre de remettre le couvercle chaque fois au même endroit.

Le châssis du film-témoin est fait d'une plaque en laiton avec un trou de 20 mm. comme diaphragme, de chaque côté du trou il y a une plaquette avec vis pour fixer le film. La plaque est fixée sur un U porte-écrans de telle façon que lorsque l'on place le châssis sur le repère fait sur le disque B, le centre du diaphragme se trouve dans le plan vertical défini par l'axe du tube J et celui du tube à lame M' et à la même hauteur que le centre de M'.

Une longue boîte sert à couvrir M' ainsi que le châssis du film-témoin. L'intérieur de cette boîte est entièrement tapissé de papier noir et son fond extérieur est en velours. Sur le fond, un trou rectangulaire est pratiqué à une extrémité, pour couvrir le châssis, ainsi qu'un trou rond (avec le bord en ve-

lours) à l'autre extrémité pour emmancher le tube portant M'.

Le bout du collimateur est emmanché dans un trou pratiqué sur la grande lanterne à arc qui ne laisse sortir absolument aucune lumière inutile. Ainsi une fois la porte de la lanterne fermée, la pièce est dans l'obscurité complète.

Marche de l'expérience

Chaque expérience comporte quatre mesures (1) celle de la diffusion des poussières seules, (2) celle de la diffusion du plâtre, (3) celle de la diffusion des surfaces à étudier, (4) celle de la sensitométrie.

Nous faisons la sensitométrie en posant un coin photométrique sur un bout de film à étudier et en l'exposant sous un éclairage uniforme pendant une durée que nous avons déterminée par tâtonnement. La variation de densité du coin en question étalonné, au préalable, est sensiblement linéaire avec la longueur (25 mm. par unité de densité). Ainsi nous pouvons très facilement tracer la courbe sensitométrique. La pellicule que nous avons employée est la « Super-Lumichrome » de Lumière, dont l'étendue de la partie droite de la courbe est très grande (3 unités de densité environ) ce qui facilite beaucoup nos expériences.

Les trois autres opérations se font d'une façon identique. D'ailleurs nous ne répétons pas les deux premières à chaque mesure. En effet la mesure de diffusion des poussières sert à déterminer la correction à apporter sur les résultats que nous allons obtenir pour la diffusion des surfaces. La mesure sur la

diffusion du plâtre a pour but de déterminer le rapport entre l'éclairement de l'échantillon et l'éclairement du film-témoin à une constante près. Nos premiers essais montrent que la teneur en poussières de l'atmosphère, une fois reposée, reste sensiblement constante, et la diffusion du plâtre ne varie pas du tout. Néanmoins, nous répétons les opérations chaque jour quand nous reprenons nos expériences. Nous allons décrire la marche suivie pour l'enregistrement de la diffusion des surfaces d'un échantillon.

Comme nous enregistrons en même temps l'éclairement du film-témoin et l'éclairement donné par la diffusion des surfaces, le temps de pose n'a pas une très grande importance, ni le rapport entre les deux éclairéments. Mais pour avoir la même précision pour toutes les expériences et faciliter le calcul des résultats, on a intérêt à ce que les densités de toutes les parties des films enregistrés, soient situées sur la partie rectiligne de la courbe sensitométrique. Nous sommes ainsi amenés à choisir par tâtonnement, le temps de pose pour chaque cas, à savoir : pour les surfaces polies à fond et les surfaces de poli courant : 20 min. ; pour les surfaces avec un peu de gris : 15 min. ; pour les surfaces doucies : 5 min. ; pour le plâtre : 3 min. ; et pour les poussières seules : 30 min. Dans chaque cas, nous avons choisi des écrans de densité connue et convenable, pour affaiblir l'éclairement du film-témoin.

Quand les temps de pose et les écrans sont con-

venablement choisis, nous commençons les expériences définitives. Nous avons pris des films tous d'une même émulsion, pour avoir la même sensibilité, mais nous faisons par précaution la mesure de la sensitométrie pour chacune des bobines, quoiqu'elles soient généralement identiques. Les films étant préparés et découpés à la dimension voulue, et les échantillons bien nettoyés, nous allumons l'arc réglé à l'avance. Nous mettons l'échantillon en place avec la face polie au tripoli à contre jour comme dans le procédé visuel. Nous réglons avec des cales en cire molle, sa perpendicularité avec le rayon incident comme dans le procédé visuel, s'il s'agit du plâtre, nous mettons une lame de verre contre sa surface pour faire le réglage. Nous réglons la position de l'arc, de façon que son cratère soit dans l'axe du collimateur, que l'échantillon soit uniformément éclairé, et que les bords des deux diaphragmes qui sont tangents à la paroi intérieure du cylindre intérieur, ne reçoivent aucune lumière. Nous couvrons le trou du collimateur et fermons la lanterne, nous sommes ainsi dans l'obscurité complète pour mettre en place les films. La couche sensible des films est tournée vers l'intérieur et le dos est doublé avec du papier noir pour éviter le voile possible. Une fois que les films sont en place, nous remettons le couvercle et nous vissons les plaques de laiton sur les portes. Nous plaçons dans le châssis de film-témoin un morceau du même film dont le dos est doublé de papier noir, puis nous mettons ce châssis sur son repère et

plaçons devant une série d'écrans appropriés. Nous le recouvrons avec la boîte qui recouvre en même temps la lame M'. Nous laissons reposer les poussières pendant vingt minutes. Puis nous ouvrons la lanterne, pour découvrir le trou du collimateur et la pose commence. A la fin de la pose, nous couvrons le trou du collimateur et dans l'obscurité, nous démontons les films que nous développons dans un bain très dilué en même temps que son morceau de film destiné à mesurer la sensitométrie. Les films ainsi enregistrés, sont mesurés sur le microphotomètre de Fabry et Buisson qui nous donne la densité de chaque point, l'angle de diffusion étant connu par la distance à l'extrémité qui se trouve comme nous l'avons dit à 9 grades de l'axe du collimateur.

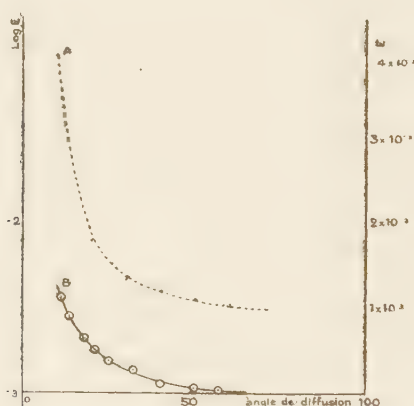
Calcul des résultats — La Correction

Si dans le procédé visuel, les mesures donnent directement le rapport entre la brillance du plâtre et celle des surfaces à étudier, sous différents angles de diffusion, même quand on a besoin d'y apporter une petite correction, il n'y a qu'une translation des axes à faire, pour que tout soit sur la même échelle et ait la même origine. Par contre, avec le procédé photographique il faut un calcul plus long, au préalable, pour avoir les résultats.

Pour tracer les courbes, nous prenons comme base l'éclairement donné par la diffusion du plâtre dans la direction normale à sa surface, c'est-à-dire où l'angle de diffusion est égal à zéro. Comme la diffusion du plâtre varie très lentement au voisinage de sa normale, nous prenons sa valeur sous l'angle de diffusion égal à 10 grades. Par les positions que la densité du film-témoin et la densité de chaque point du film enregistré, occupent sur la courbe sensitométrique, nous pouvons trouver le rapport entre l'éclairement donné par la diffusion du plâtre sous l'angle de diffusion égal à 10 grades et celui donné par la diffusion du plâtre sous un autre an-

gle. Ce qui nous donne la courbe de distribution de l'énergie diffusée par le plâtre.

En même temps nous trouvons aussi le rapport entre l'éclairement du film-témoin (avec les écrans) et celui donné par la diffusion du plâtre à 10 grades. En ajoutant à ce dernier la densité des écrans placés devant le film-témoin, nous trouvons le rapport entre l'éclairement que le rayon témoin donne et celui donné par la diffusion du plâtre à 10 grades.



L'éclairement donné par plâtre à 10 grades égale à 1
A en valeurs naturelles, B en valeurs logarithmiques.

FIG. 6.

Courbes de la distribution d'énergie diffusée par les poussières.

En procédant de la même façon et par l'intermédiaire du film-témoin, nous trouvons la courbe de diffusion des poussières seules avec la diffusion du plâtre à 10 grades comme unité (Fig. 6). La diffusion

des poussières est sensiblement constante d'un jour à l'autre. Sa diffusion par réflexion, c'est-à-dire quand l'angle de diffusion est plus grand que 100 grades en prenant le sens de propagation du rayon incident comme sens positif, est sensiblement nulle. La diffusion à 10 grades est de $4/1000$ environ de la diffusion du plâtre, elle décroît très rapidement, et elle est presque nulle vers 60 grades.

Les films enregistrés avec les échantillons sont étudiés de la même façon. Les courbes qu'ils donnent sont, alors, les courbes de diffusion des surfaces de verre plus celle des poussières. Pour avoir les courbes de diffusion des surfaces de verre seules, nous soustrayons des courbes précédentes (en valeurs naturelles) la valeur de la diffusion par les poussières (en valeur naturelle) de l'angle de diffusion correspondant. Comme ils décroissent très rapidement, nous les représentons en valeurs logarithmiques après la correction faite.

Pour avoir la brillance des surfaces de verre sous différents angles de diffusion, afin que les résultats puissent être comparés à ceux que nous avons obtenus par le procédé visuel, nous divisons l'éclairement obtenu sous chaque angle par le cosinus correspondant, que nous représentons aussi en valeurs logarithmiques.

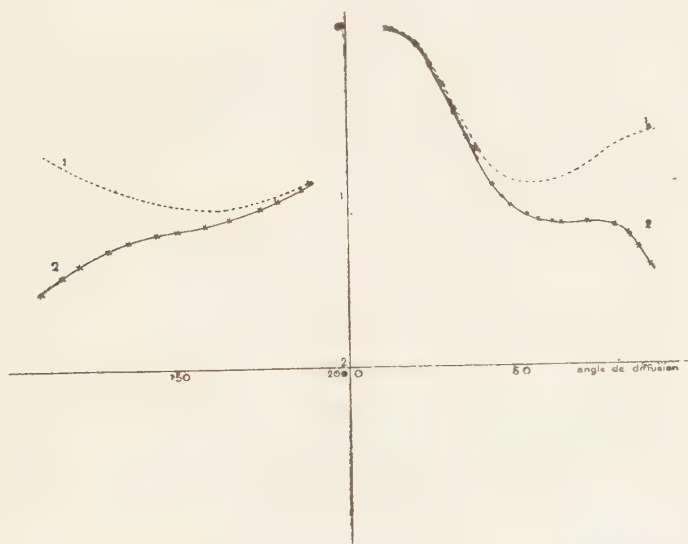
Enfin pour nous donner une idée de l'énergie perdue par diffusion nous avons intégré graphiquement le flux reçu par une sphère ayant pour rayon le rayon du cylindre C, et comme centre, le centre de

l'échantillon. Ce flux total représente à un facteur constant près, l'énergie diffusée par les surfaces en question. En les comparant avec celui donné par la diffusion du plâtre, nous avons le pourcentage d'énergie diffusée, sachant que le plâtre diffuse 93 % environ de l'énergie qu'il a reçue. Pour les intégrer nous nous servons de l'artifice suivant : nous portons en ordonnée le carré des éclairéments et en abscisse l'angle de diffusion. L'aire limitée par la courbe ainsi obtenue et les axes de coordonnées, représente le flux total à un facteur constant près. Comme la diffusion du plâtre ne suit pas tout à fait la loi de Lambert, nous calculons également expérimentalement son flux total, de la même manière. Ainsi le facteur constant est le même dans les deux cas. Nous n'avons donc qu'à prendre le rapport entre eux et à le multiplier par 0,93 pour avoir le pourcentage de l'énergie diffusée que nous pourrions appeler le *Coefficient de diffusion*.

CHAPITRE III

RÉSULTATS ET CONCLUSION

Nous groupons les résultats typiques en plusieurs séries de courbes, celles qui sont presque iden-

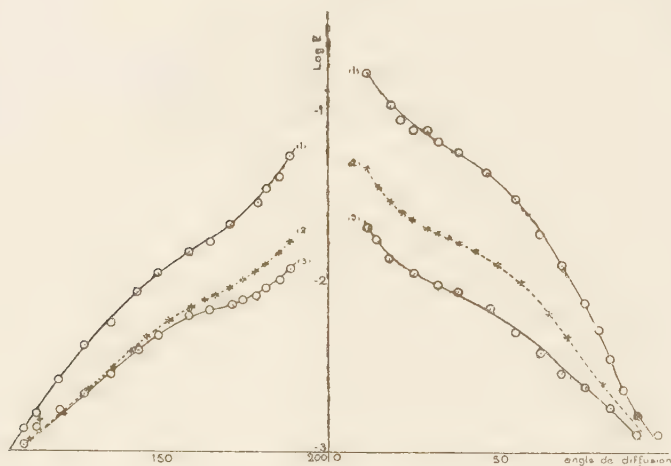


(1) En brillance ; (2) Courbes de distribution d'énergie diffusée.

FIG. 7.

Courbes de diffusion des surfaces doucies d'un échantillon
en flint ordinaire.

tiques ou semblables à celles représentées et celles d'où l'on ne peut tirer aucune conséquence (ainsi les courbes données par des surfaces polies à fond de différentes sortes de verres sont très ressemblantes, presque identiques ; et celles des surfaces de poli courant ou avec un peu de gris n'ont aucune relation



(1) avec un peu de gris ; (2) poli courant ; (3) poli à fond.

FIG. 8.

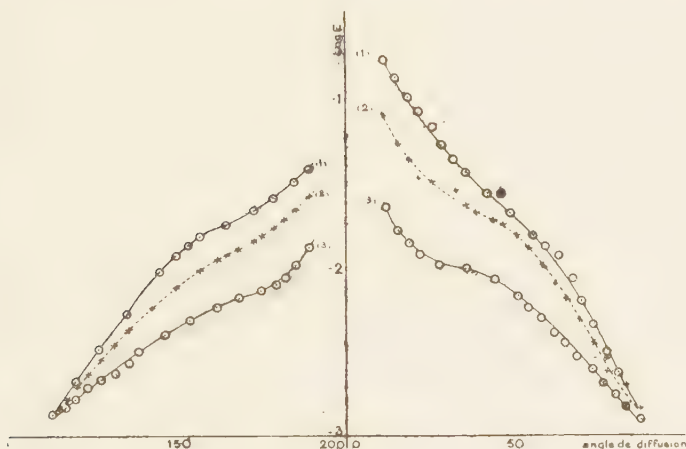
Courbes de distribution d'énergie diffusée par des surfaces d'un échantillon en flint ordinaire, polies au « rouge d'Angleterre ».

entre elles) ne sont pas figurées. Dans toutes les courbes la diffusion du plâtre sous l'angle de diffusion égal à 10 grades, est prise comme unité ou zéro

en échelle logarithmique, et elles représentent la diffusion de surfaces de poli différent plus celle des surfaces polies au tripoli.

On peut remarquer en guise de conclusion que :

Toutes les courbes de la distribution d'énergie diffusée ont la même allure. Elles tendent vers un



(1) avec un peu de gris ; (2) poli courant ; (3) poli à fond.

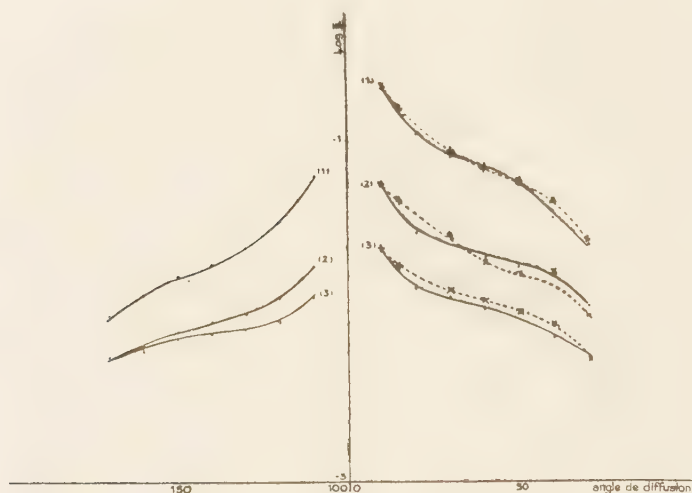
FIG. 9.

Courbes de distribution d'énergie diffusée par des surfaces d'un échantillon en borosilicate crown, polies au « rouge d'Angleterre ».

maximum dans la direction de réflexion ou de transmission régulière. Sauf pour les surfaces doucies, elles décroissent très rapidement au début et de

moins en moins vite ensuite. Elles ont une sorte de point d'inflexion vers 30 à 40 grades.

Pour toutes les surfaces, la diffusion par transmission est beaucoup plus grande que celle par réflexion. Plus le poli est mauvais, plus cette différence est accentuée, sans toutefois atteindre celle



Les courbes en pointillé proviennent des résultats de la méthode visuelle
(1) avec un peu de gris ; (2) poli courant ; (3) poli à fond.

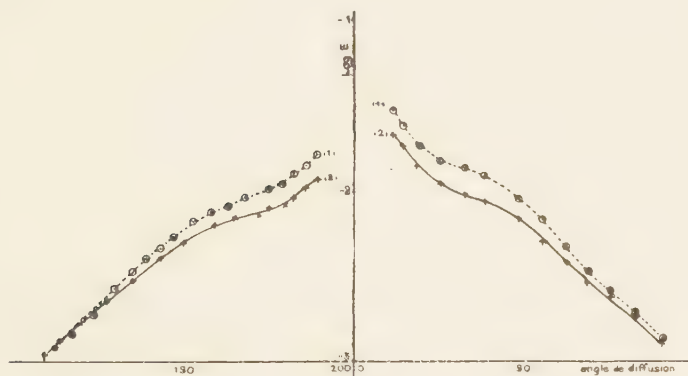
FIG. 10.

Courbes de la brillance des surfaces d'un échantillon en flint ordinaire, polies au « rouge d'Angleterre »

entre le facteur de transmission et le facteur de réflexion du verre.

Plus une surface est polie, moins elle diffuse de lumière, et plus sa courbe de distribution d'énergie et de brillance est aplatie.

Pour les surfaces polies à fond, la nature du verre n'a aucune influence sur la diffusion, par contre celle-ci dépend beaucoup des abrasifs utilisés



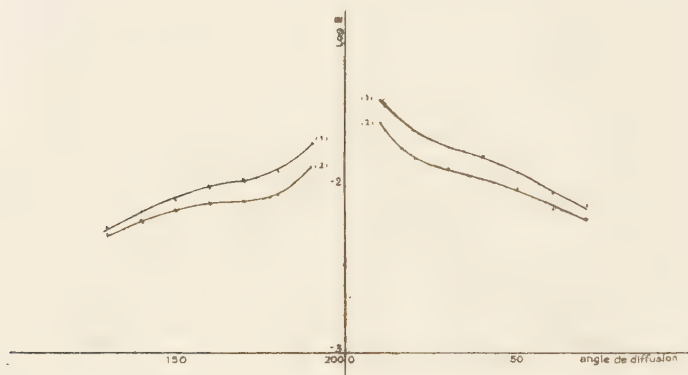
(1) à la potée d'étain ; (2) au rouge d'Angleterre. Celles à l'oxyde de cérium sont entre les deux.

FIG. II.

Courbes de distribution d'énergie diffusée par les surfaces de flint polies avec différents abrasifs.

Au contraire, pour les surfaces de poli courant ou avec un peu de gris, il n'y a aucune dépendance régulière avec la nature du verre ou l'abrasif utilisé. Ceci peut s'expliquer à notre avis, parce que, pre-

nièrement; le poli courant ou le poli avec un peu de gris n'est pas un travail bien défini ; on ne peut jamais polir deux surfaces de poli courant ou avec un peu de gris au même point ; deuxièmement, la surface de verre n'a pas encore adopté la grosseur



(1) à la potée d'étain ; (2) au rouge d'Angleterre.

FIG. 12.

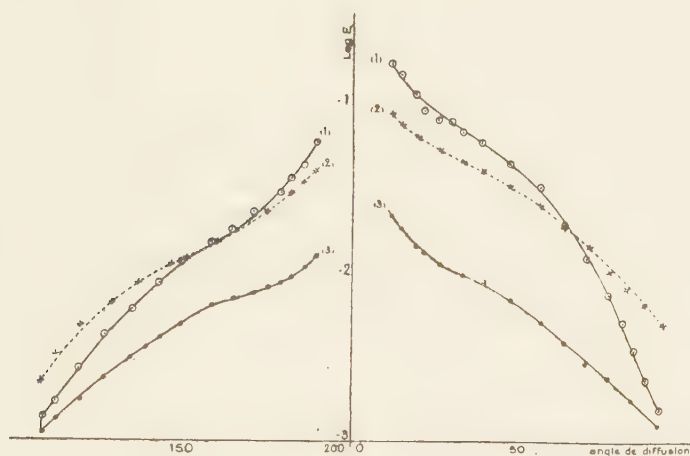
Courbes de la brillance des surfaces d'un échantillon en flint ordinaire, polies avec différents abrasifs.

des grains de l'abrasif quand le poli est considéré comme terminé.

Enfin, un verre poli à fond, non nettoyé, sans être sale, peut diffuser autant de lumière qu'un verre dont la surface n'est pas bien polie.

Nous avons calculé, comme nous l'avons dit, le

coefficient de diffusion des surfaces de polis différents. Mais comme nos enregistrements ne vont que de l'angle de diffusion égal à 10 grades jusqu'à l'angle de diffusion égal à 190 grades, pour les parties extérieures à cette limite, c'est-à-dire pour l'angle de diffusion inférieur à 10 grades et supérieur à 190



(1) surfaces propres, avec un peu de gris ; (2) surfaces non nettoyées, polies à fond ; (3) polies à fond, propres

FIG. 13.

Courbes de distribution d'énergie des surfaces d'un échantillon en flint ordinaire, polies au « rouge d'Angleterre »

grades, nous avons simplement prolongé les courbes.

Or, précisément, c'est dans cette partie-ci que les surfaces diffusent plus de lumière, la valeur cal-

culée est donc assez imprécise. C'est ainsi que nous avons calculé deux coefficients :

A) le pourcentage de l'énergie diffusée entre l'angle de diffusion égal à 10 grades jusqu'à 190 grades ;

B) la valeur présumée du pourcentage de l'énergie totale perdue par la diffusion (Tableau I).

TABLEAU I
QUELQUES-UNS DES COEFFICIENTS DE DIFFUSION

	Poussières seules	Surfaces d'un échantillon en flint ordinaire polies au « rouge d'Angleterre »			
		Poli à fond	Poli courant	Avec un peu de gris	Poli à fond Surfaces non nettoyées
A :	$1,5 \times 10^{-5}$	$2,8 \times 10^{-4}$	$4,4 \times 10^{-4}$	$5,3 \times 10^{-3}$	$1,4 \times 10^{-3}$
B :	$5,6 \times 10^{-5}$	$5,5 \times 10^{-4}$	$9,2 \times 10^{-4}$	$10,3 \times 10^{-3}$	$2,3 \times 10^{-3}$

On voit que le phénomène de diffusion des surfaces de verre est très complexe, qu'une théorie ou formule analytique n'est pas possible à établir (du moins pour le moment). Mais néanmoins, nous pouvons supposer que la diffusion des surfaces polies est due aux petits grains que l'abrasif a imprimés sur elles. Plus les grains sont fins, moins ils diffusent de lumière. A l'avenir, si l'on veut chercher à améliorer le polissage, il faudra chercher à obtenir des abrasifs de grains les plus fins possible.

Et ensuite, nos résultats démontrent que les constructeurs ont tort de laisser quelquefois des sur-

faces avec un peu de gris, pour les pièces d'optique de seconde importance dans un instrument. Car on peut ainsi perdre plus de lumière que l'on ne suppose.

Enfin, les surfaces de verre se salissent spontanément, il faut les bien nettoyer pour qu'on puisse profiter d'un bon polissage. Or, le nettoyage d'une surface de verre n'est pas un travail aussi facile qu'on le suppose. La méthode dont nous nous sommes servi consiste à nettoyer les surfaces avec de la benzine pour enlever les matières organiques, ensuite à bien frotter les surfaces avec du coton hydrophile propre et sec. S'il le faut, on les nettoie d'abord avec de l'acide nitrique et les rince avec de l'eau distillée, avant d'employer la benzine. Pour se rendre compte de la propreté obtenue, nous regardons les surfaces éclairées par une source puissante sous l'incidence rasante. Nous recommençons l'opération plusieurs fois de suite jusqu'à ce que la surface paraisse uniformément éclairée.

Comparaison des deux méthodes

Les résultats obtenus par les deux méthodes sont sensiblement les mêmes. Le procédé photographique gagne sur le procédé visuel, malgré la complication relative du calcul, non seulement par sa précision qui est bien supérieure mais encore par sa rapidité de manipulation. On peut, en effet, faire six mesures en deux journées avec le procédé photographique ce qui demande trois semaines avec le procédé visuel. A notre avis, on peut l'utiliser pour le contrôle du polissage des surfaces d'une lame à faces parallèles relativement mince. Malheureusement, dans l'usage courant, on emploie bien moins de lames à faces parallèles minces que de lentilles dont nous ne sommes pas arrivés à étudier la diffusion.

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

L'Effet Zeeman

VU ET APPROUVÉ :

Paris, le 27 Juin 1933.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

C. MAURAIN.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Le Recteur de l'Académie de Paris

S. CHARLÉTY

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	II
CHAPITRE PREMIER. — Méthode visuelle	15
<i>Réalisation de l'Expérience</i>	15
<i>Dispositif et montage de l'expérience</i>	21
<i>Marche de l'Expérience</i>	27
CHAPITRE II. — Méthode photographique	33
<i>Réalisation de l'Expérience</i>	33
<i>Description de l'appareil. — Montage</i>	35
<i>Marche de l'expérience</i>	41
<i>Calcul des résultats. — La Correction</i>	45
CHAPITRE III. — Résultats et conclusion	49
<i>Comparaison des deux méthodes</i>	59

